

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-086497

(43)Date of publication of application : 20.03.2003

(51)Int.Cl.

H01L 21/027  
G03F 7/20

(21)Application number : 2001-277510

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 13.09.2001

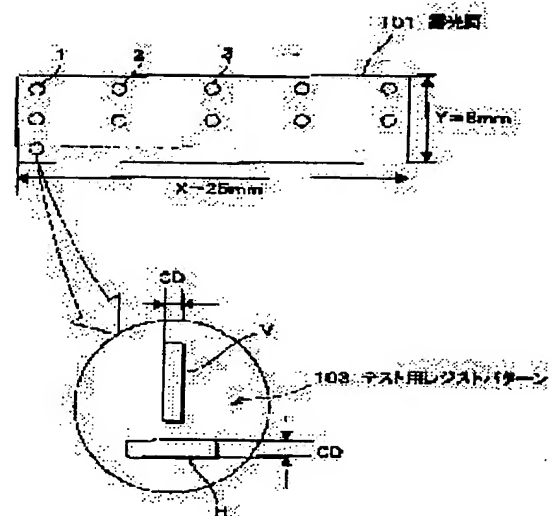
(72)Inventor : KANAGUCHI TOKIHISA  
TAIRA MASAHIKO

## (54) METHOD OF LITHOGRAPHY

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method of lithography for increasing uniformity of line width of a resist pattern, in the exposure plane.

**SOLUTION:** In the lithographic method, a resist pattern is formed by carrying out a pattern exposure process with an exposure system and a development process after the exposure. A plurality of test patterns are formed in a plurality of exposure faces 101, by using a test pattern exposure with a factor of a exposure wavelength in the exposure system and using the development process after the exposure. The line width CD of each test resist patterns 103 is measured, and a superior exposure wavelength for uniform line width of each test resist pattern 103 is selected from each exposure wavelength. The exposure wavelength of the exposure system is adjusted to the selected wavelength, and then pattern exposure for forming a resist pattern for real products is carried out.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the lithography approach which forms a resist pattern by the development of the pattern exposure using an aligner, and after that By the test pattern exposure which used exposure wavelength in said aligner as the factor, and the subsequent development Form two or more resist patterns for a test in two or more exposure sides, and the line breadth of each of said resist pattern for a test is measured. The line breadth homogeneity of each resist pattern for a test concerned within said each exposure side chooses better exposure wavelength among said exposure wavelength. The lithography approach characterized by adjusting the exposure wavelength of said aligner to said selected exposure wavelength, and performing pattern exposure for the resist pattern formation for real product manufacture.

[Claim 2] The lithography approach characterized by choosing the exposure wavelength from which the line breadth of each of said resist pattern for a test is dedicated to the allowed value with the largest depth of focus in case test pattern exposure which used the focus of exposure light as the factor with said exposure wavelength in the lithography approach according to claim 1 when forming said resist pattern for a test is performed and said exposure wavelength is chosen.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention relates to the lithography approach for forming a resist pattern with uniform line breadth in an exposure side about the lithography approach in formation of a detailed pattern which is applied to manufacture of a semiconductor device.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the production process of a semiconductor device, by lithography processing, a resist pattern is formed on a wafer, this resist pattern is used as a mask, and the pattern of a wafer surface layer, impregnation of the impurity to a wafer surface layer, etc. are performed.

[0003] By the way, the following dispersion of 1-5 exists in the aligner used in the case of the pattern exposure in lithography processing, and it is known that line breadth dispersion resulting from these dispersion will arise in the resist pattern formed in the exposure field side for one shot (namely, inside of an exposure side).

1) The curvature of field within the exposure side of aberration dispersion within an exposure side of an aligner, and two aligners, best focus dispersion within an exposure side of three aligners, illuminance dispersion within an exposure side of four aligners, lighting dispersion within an exposure side of five aligners, [0004] Here, aberration dispersion within an exposure side of for example, one aligner is the problem produced since a projection lens is the spherical surface, and is that the gap (namely, aberration) from an ideal image formation point (ideal lens) varies in an exposure side. Moreover, with the curvature of field within the exposure side of two aligners, it is distortion which the projection lens itself has like distortion of the projection lens produced when a projection lens is made to hold to a lens-barrel, and the aberration of the projection lens itself. And 1 and 2 generate best focus dispersion within an exposure side of the aligner of 3.

[0005] Then, in order to make dispersion between aligners small on the occasion of lithography processing, it adjusts to the condition that dispersion in the above 1-5 in each aligner becomes the smallest, using the adjustment device carried in each aligner, and the adjustment condition is judged by the image formation engine performance on a wafer. Moreover, if it is an aligner using KrF excimer laser light as an exposure light so that the exposure wavelength of an aligner may also serve as a predetermined value for example, it will adjust so that exposure wavelength may be set to criteria wavelength  $\lambda_0=248.385\text{nm}$ .

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, detailed-ization of component structure is progressing with high integration and advanced features of a semiconductor device in recent years. It is important, when giving allowances to the superposition margin of a laminating pattern and aiming at improvement in the yield, while setting to manufacture of the semiconductor device with which detailed-ization of component structure progressed, and aiming at further improvement in line breadth homogeneity of the resist pattern within an exposure side stabilizes the component engine performance.

[0007] Then, this invention aims at offering the lithography approach [ it is possible to aim at improvement in line breadth homogeneity of the resist pattern within an exposure side, and ]

which can aim at improvement in the yield of the semiconductor device with which detailed-ization of component structure progressed by this.

[0008]

[Means for Solving the Problem] This invention for attaining the above purposes is the lithography approach which forms a resist pattern by the development of the pattern exposure which used the aligner, and after that, and is characterized by carrying out as follows. First, two or more resist patterns for a test are formed in each exposure side to which exposure wavelength was changed by performing the test pattern exposure which used exposure wavelength in an aligner as the factor, and a subsequent development. And the line breadth of each resist pattern for a test is measured, and the line breadth homogeneity of each resist pattern for a test concerned within an exposure side chooses better exposure wavelength among the exposure wavelength used for test pattern exposure. Then, the exposure wavelength of the aligner mentioned above is adjusted to the selected exposure wavelength, and pattern exposure for the resist pattern formation for real product manufacture is performed.

[0009] According to such a lithography approach, it sets to adjustment within the limits of the exposure wavelength in the aligner used for pattern exposure, and exposure wavelength from which the line breadth homogeneity of each resist pattern for a test concerned within an exposure side becomes better is chosen. Here, the exposure wavelength in an aligner was conventionally adjusted to the criteria wavelength decided beforehand. However, since the aberration distribution within the projection lens side of an aligner changes and the line breadth homogeneity of the resist pattern within an exposure side changes to this from \*\* by changing the exposure wavelength adjusted in an aligner, formation of the good resist pattern of line breadth homogeneity is attained by the case where the same aligner is used by choosing exposure wavelength as mentioned above.

[0010]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of implementation of the lithography approach of this invention is explained to a detail based on a drawing.

[0011] First, in the aligner used for the pattern exposure for real product manufacture, the resist pattern for a test for choosing the optimal exposure wavelength is formed.

[0012] Therefore, a photoresist is first applied on a substrate. The photoresist film is formed through the under coat antireflection film on the substrate which becomes in this case, for example, BEASHIRIKON, with a spin coat method.

[0013] Next, pattern exposure is performed to the photoresist film formed on the substrate using an aligner. Here, pattern exposure for forming the resist pattern for a test in each part within an exposure side is performed using a test reticle. Pattern exposure is performed so that it may be shown in this case, for example, drawing 1, and the resist pattern 103 for a test which made the lot the perpendicular pattern V installed in the predetermined direction by each part within the 8mm XxY=25mmx exposure side 101 (namely, exposure field side for one shot), and this perpendicular pattern V and the level pattern H installed in the direction which makes a perpendicular may be formed. In addition, the perpendicular pattern V and the level pattern H in each resist pattern 103 for a test are an isolated pattern (ISO), for example, design line breadth is set to 150nm.

[0014] Moreover, in this pattern exposure, pattern exposure is performed to two or more exposure sides by using exposure wavelength and a focus as a factor. For example, when this aligner is an aligner which uses KrF excimer laser light for exposure light, although exposure wavelength is usually set as criteria exposure wavelength  $\lambda_0=248.385\text{nm}$ , this criteria exposure wavelength  $\lambda_0$  is set as the three-stage changed  $\pm 0.010\text{nm}$ . In addition, suppose that adjustment of exposure wavelength is carried out by the adjustment function of the exposure wavelength prepared for the maintenance of an aligner.

[0015] Moreover, when a focus is just set to 0, a focus is compared and is changed in the \*\* direction by 0.1-micrometer unit. And pattern exposure of the multiple times to which the focus was changed in each exposure wavelength changed by the three-stage is performed using the test reticle mentioned above.

[0016] Subsequently, the development of the photoresist film which performed pattern exposure

is carried out, and two or more resist patterns 103 for a test are formed in the exposure side 101 of the plurality on a substrate.

[0017] And the line breadth CD of each resist pattern 103 for a test (critical dimension) is measured using CD-SEM. Under the present circumstances, a chart number (for example, 1-25) is given to the resist pattern 103 for a test formed in each part within the exposure side 101, and the line breadth CD of the perpendicular pattern V and the line breadth CD of the level pattern H are measured about the resist pattern 103 of five charts 16-20 formed at equal intervals covering the direction of X within the exposure side 1.

[0018] The line breadth measured value at the time of setting exposure wavelength to criteria exposure wavelength  $\lambda_0=248.385\text{nm}$  ( $\pm 0.000\text{nm}$ ) at drawing 2 is shown as table1. The line breadth measured value at the time of being referred to as exposure wavelength  $\lambda_1=248.395\text{nm}$  ( $+0.010\text{nm}$ ) at drawing 3 was shown as table2, and the line breadth measured value at the time of being referred to as exposure wavelength  $\lambda_2=248.375\text{nm}$  ( $-0.010\text{nm}$ ) was shown in drawing 4 as table3.

[0019] every — table — setting — the variation (Focus Offset) of a focus — a lengthwise direction — moreover, the formation location of the direction of X of each pattern for a test in an exposure side was made to correspond to a chart number, the longitudinal direction was assigned, and the line breadth measured value of the perpendicular pattern V of each resist pattern for a test and the level pattern H was displayed.

[0020] In addition, to the design line breadth of 150nm, the allowed value of line breadth was set as  $150\text{nm} \pm 15\text{nm}$ , and it added shading to the line breadth measured value which is not contained in the range of this allowed value by considering as spec. out at each table 1-3. Moreover, the focal range where line breadth serves as an allowed value (spec. in) in all the exposure parts (chart numbers 16-25) that showed line breadth measured value was surrounded with the thick frame.

[0021] Furthermore, each following value in an exposure location (namely, formation location of each pattern for a test) was shown in the lower column of each table 1-3.

\*\* DOF (Depth of Focus) : it is the width of face of the focus from which line breadth measured value is tolerance, and is a focal margin (depth of focus).

\*\* B.F. (Best Focus) : a focus when line breadth measured value is the closest to the design line breadth of 150nm.

\*\* AST (Astigmatism) : the difference of best focus B.F. of the perpendicular pattern V and the level pattern H. [ in / it is astigmatic and / each resist pattern 103 for a test ]

[0022] On the other hand, the difference (namely, line breadth dispersion) Range of the maximum Max of the line breadth in each focal location, the minimum value Min and Maximum Max, and the minimum value Min was shown in the right column of each table 1-3.

[0023] Next, based on the result of these table(s) 1-3, the exposure wavelength in the aligner used for formation of this resist pattern for a test is chosen. Here, the line breadth homogeneity of the resist pattern for a test decides to choose better exposure wavelength.

[0024] In order to dedicate the line breadth in this case, for example, all the resist patterns for a test within an exposure side, to an allowed value, line breadth homogeneity chooses the exposure wavelength from which the larger focal margin, i.e., the largest depth of focus, is obtained as good exposure wavelength.

[0025] Moreover, line breadth homogeneity may choose the exposure wavelength from which, dispersion in line breadth serves as min within the limits of the focal margin D called for as good exposure wavelength. For example, in manufacture of the semiconductor device which makes design line breadth of 150nm the minimum pattern width of face,  $D=0.4$  micrometers of focal margins are demanded, and the difference of line breadth measured value may choose the smallest exposure wavelength in the range of this focal margin D.

[0026] The maximum Range (Max) of line breadth dispersion in the range of  $D=0.4$  micrometers of focal margins demanded in the focal margin (depth of focus) DOFa which can dedicate the line breadth of the resist pattern for a test to an allowed value in each exposure wavelength, and this production process was shown in the following table 1.

[0027]

[Table 1]

露光波長	DOF <sub>a</sub>	Range (Max)
$\lambda_0$ ( $\pm 0.000 \text{ nm}$ )	$0.2 \mu\text{m}$	$21.1 \text{ nm}$
$\lambda_+$ ( $+0.010 \text{ nm}$ )	$0.4 \mu\text{m}$	$16.9 \text{ nm}$
$\lambda_-$ ( $-0.010 \text{ nm}$ )	$0.3 \mu\text{m}$	$35.1 \text{ nm}$

[0028] It turns out that the exposure wavelength with the focal largest margin (depth of focus) DOF<sub>a</sub> is  $\lambda_0 = 248.395 \text{ nm}$ , and the exposure wavelength to which the maximum Range of line breadth dispersion (Max) becomes the smallest is also  $\lambda_0 = 248.395 \text{ nm}$ , and line breadth homogeneity chooses  $\lambda_0 = 248.395 \text{ nm}$  from this table 1 as good exposure wavelength.

[0029] The exposure wavelength of the aligner used for formation of the resist pattern for a test is adjusted to  $\lambda_0 = 248.395 \text{ nm}$  after more than. And pattern exposure for real product manufacture is performed to the resist film applied on the real product wafer using this exposure wavelength. Then, the development of the resist film which performed pattern exposure is carried out, and the resist pattern for real product manufacture is formed on a wafer.

[0030] By the lithography approach explained above, by changing exposure wavelength, it can become possible to perform test pattern exposure to which distribution of the aberration within a projection lens side was changed, it can set to adjustment within the limits of the exposure wavelength in an aligner, and exposure wavelength from which the line breadth homogeneity of each resist pattern for a test concerned within an exposure side becomes better can be chosen. And since pattern exposure for real product manufacture is performed with the application of the selected exposure wavelength, it becomes possible to form the good resist pattern of line breadth homogeneity more. Consequently, since the allowances of the superposition margin of a laminating pattern are expanded while becoming possible to attain engine-performance stabilization of a component by which used this resist pattern for the mask and processing formation was carried out, it becomes possible to aim at improvement in that yield in manufacture of a semiconductor device.

[0031] In addition, in the gestalt of the operation explained above, although exposure wavelength was changed by the three-stage, make it change broadly in other phases further within limits which can be adjusted, and it is made to perform test exposure, and the selection range of exposure wavelength is extended and it becomes possible to perform good pattern exposure of line breadth homogeneity further. Moreover, this invention is applicable to the lithography which is not limited to the lithography which performs pattern exposure using KrF excimer laser light, and performs pattern exposure using the exposure light of various wavelength.

[0032]

[Effect of the Invention] From according to the lithography approach of this invention, choosing exposure wavelength from which the line breadth homogeneity within an exposure side becomes better, and performing pattern exposure, as explained above While becoming possible to form the good resist pattern of line breadth homogeneity more and becoming possible to attain engine-performance stabilization of the component by which used this resist pattern for the mask and processing formation was carried out It becomes possible to give allowances to the superposition margin of a laminating pattern and to aim at improvement in the yield.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing explaining formation of the resist pattern for a test.

[Drawing 2] It is drawing showing the measured value of the line breadth of the resist pattern for a test in the case of the exposure wavelength  $\lambda_0$ .

[Drawing 3] It is drawing showing the measured value of the line breadth of the resist pattern for a test in exposure wavelength  $\lambda_{+}$ .

[Drawing 4] It is drawing showing the measured value of the line breadth of the resist pattern for a test in exposure wavelength  $\lambda_{-}$ .

[Description of Notations]

101 — An exposure side, 103 — The resist pattern for a test, CD — Line breadth

---

[Translation done.]



\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

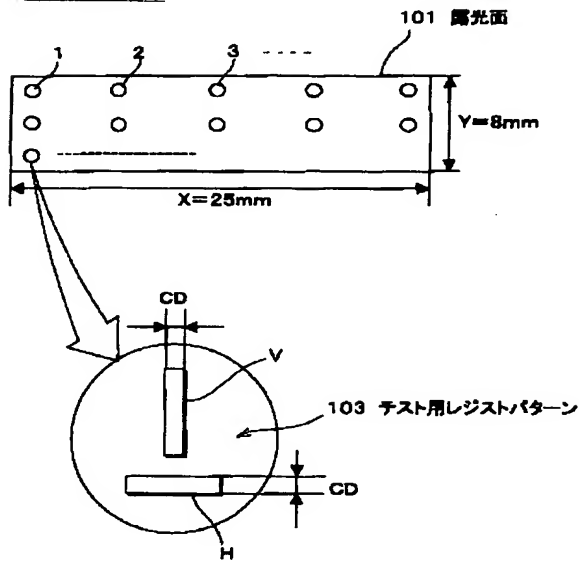
3.In the drawings, any words are not translated.

---

DRAWINGS

---

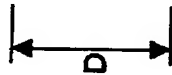
[Drawing 1]



[Drawing 2]

table1  $\lambda_0=248.385\text{nm}(\pm 0.000\text{nm})$  150nmISO

Focus Offset	16		17		18		19		20		Max	Min	Range
	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H			
-0.8											0.0	0.0	0.0
-0.7	88.4										88.4	88.4	0.0
-0.6	118.9	114.9									118.9	105.0	13.9
-0.5	132.6	129.3	163.2	165.0	110.8	96.2	110.5	113.1	125.6	105.0	132.6	96.2	36.4
-0.4	141.4	135.9	122.7	122.0	122.3	121.9	128.7	130.0	134.5	138.5	141.4	121.9	19.5
-0.3	147.0	140.2	134.8	139.7	135.1	125.9	136.3	139.3	136.9	144.2	147.0	125.9	21.1
-0.2	145.7	147.3	142.6	138.3	142.5	135.7	142.6	147.9	143.0	145.8	147.9	135.7	12.2
-0.1	153.1	148.4	144.1	145.7	146.5	144.0	147.3	147.9	146.9	144.4	153.1	144.0	9.1
0	141.0	150.4	148.4	148.2	150.6	143.1	150.2	147.8	142.5	144.3	150.6	141.0	9.6
0.1	135.1	144.9	142.4	151.0	152.3	146.0	141.5	146.5	132.9	140.9	152.3	132.9	19.4
0.2	126.0	131.0	139.7	137.6	144.2	137.4	140.9	143.8	122.4	124.3	144.2	122.4	21.8
0.3	108.2	118.0	128.7	127.8	130.2	127.0	123.8	120.9	104.5	112.4	130.2	104.5	25.7
0.4			105.8	98.1	103.5	108.0	105.7	103.3			108.0	98.1	9.9
0.5											0.0	0.0	0.0
0.6											0.0	0.0	0.0
0.7											0.0	0.0	0.0
DOF	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5			0.2 $\mu\text{m}$
B.F.	-0.15	-0.15	-0.05	-0.05	-0.05	0	-0.05	-0.05	-0.2	-0.15			---
AST	0	0	0	0	0.05	0.05	0	0	0.05	0.05			0.05 $\mu\text{m}$
TFD													0.2 $\mu\text{m}$



[Drawing 3]

table2  $\lambda + = 248, 395\text{nm} (+0.010\text{nm})$  150nmISO

Focus Offset	16		17		18		19		20		Max	Min	Range
	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H			
-0.8											0.0	0.0	0.0
-0.7	97.9	95.0									97.9	95.0	2.9
-0.6	118.6	118.1									118.6	118.1	0.5
-0.5	136.7	127.4	96.3	101.8	104.7	100.5	101.5	111.9	107.4	113.0	136.7	96.3	40.4
-0.4	139.6	138.7	118.0	115.3	125.9	120.3	121.7	130.9	127.2	129.7	139.6	115.3	24.3
-0.3	145.1	147.4	132.7	136.5	137.3	136.6	137.3	136.5	134.5	139.1	147.4	132.7	14.7
-0.2	154.2	153.1	145.0	141.9	147.8	143.3	146.9	153.0	137.3	148.6	154.2	137.3	16.9
-0.1	145.9	155.9	149.8	151.0	149.0	150.0	148.9	152.5	148.3	151.9	155.9	145.9	10.0
0	142.1	153.5	149.8	153.0	152.6	148.1	147.7	154.6	144.5	150.1	154.6	142.1	12.5
0.1	139.0	146.5	144.7	151.3	148.3	146.6	149.7	148.1	136.0	145.1	151.3	136.0	15.3
0.2	132.2	134.2	138.3	140.0	145.8	139.2	140.1	145.2	128.5	134.4	145.8	125.5	20.3
0.3	111.4	117.5	123.3	131.3	133.4	132.9	124.6	123.8	120.4	126.3	133.4	111.4	22.0
0.4			112.6	108.9	110.5	110.8	102.7	104.2	98.3	101.9	112.6	98.3	14.3
0.5			93.5			93.2					93.5	93.2	0.3
0.6											0.0	0.0	0.0
0.7											0.0	0.0	0.0
DOF	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4			0.4 $\mu\text{m}$
BF	-0.2	-0.15	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.1	-0.1			---
AST		0.05		0		0		0		0			0.05 $\mu\text{m}$
TFD													0.15 $\mu\text{m}$



[Drawing 4]

table3  $\lambda = 248.375\text{nm} (-0.010\text{nm})$  150nmISO

Focus Offset	16		17		18		19		20		Max	Min	Range
	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H			
-0.8											0.0	0.0	0.0
-0.7											0.0	0.0	0.0
-0.6	124.6	114.4							103.4	118.5	124.6	103.4	21.2
-0.5	144.3	133.2	113.2	118.8					127.9	140.1	144.3	113.2	31.1
-0.4	161.3	152.9	137.9	145.6	123.5	122.8	128.0	128.5	145.5	155.7	161.3	122.8	38.7
-0.3	185.9	158.3	151.6	157.7	144.4	141.8	150.1	144.8	155.1	158.9	185.9	141.8	24.1
-0.2	182.7	162.0	156.6	159.0	154.5	155.0	153.2	155.4	162.4	153.4	162.7	153.2	9.5
-0.1	157.9	162.1	159.7	154.9	160.3	150.1	154.5	158.7	157.8	144.6	162.1	144.6	17.5
0	144.1	154.8	151.3	155.7	155.4	150.9	157.2	153.8	149.8	138.1	157.2	138.1	19.1
0.1	136.2	143.8	141.4	145.8	148.7	149.2	154.9	148.5	137.5	119.8	154.9	119.8	35.1
0.2	112.8	124.8	127.4	137.9	143.2	139.5	147.1	136.3	112.2		147.1	112.2	34.9
0.3		103.5	107.4	114.9	127.6	127.1	120.3	118.5			127.6	103.5	24.1
0.4					98.0	107.1					107.1	98.0	9.1
0.5											0.0	0.0	0.0
0.6											0.0	0.0	0.0
0.7											0.0	0.0	0.0
DOF	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5			0.3 $\mu\text{m}$
BF	-0.2	-0.15	-0.15	-0.1	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.15	-0.25			---
AST		0.05		0.05		0		0		0.05			0.05 $\mu\text{m}$
TFD										( $\mu\text{m}$ )			0.2 $\mu\text{m}$

D

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-86497  
(P2003-86497A)

(43) 公開日 平成15年3月20日 (2003.3.20)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-コード* (参考)
H 0 1 L 21/027		G 0 3 F 7/20	5 2 1 5 F 0 4 6
G 0 3 F 7/20	5 2 1	H 0 1 L 21/30	5 1 6 A 5 1 4 E

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-277510(P2001-277510)  
(22) 出願日 平成13年9月13日 (2001.9.13)

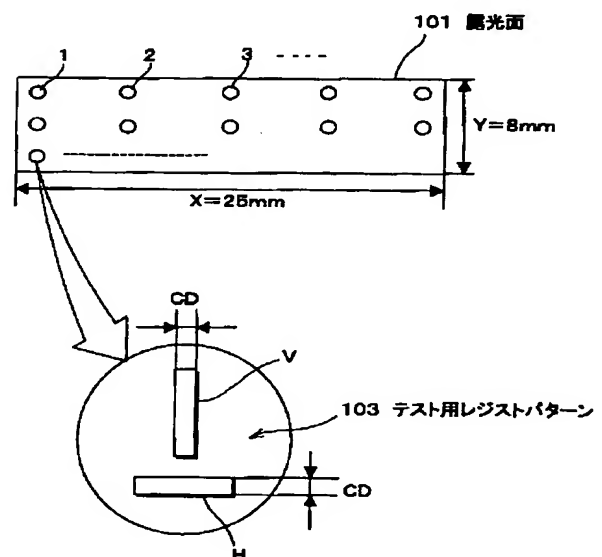
(71) 出願人 000002185  
ソニー株式会社  
東京都品川区北品川6丁目7番35号  
(72) 発明者 金口 時久  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内  
(72) 発明者 平 雅彦  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内  
(74) 代理人 100086298  
弁理士 船橋 國則  
Fターム(参考) 5F046 AA18 BA03 CA07 DA01 DA13  
DA14 DD06

(54) 【発明の名称】 リソグラフィ方法

(57) 【要約】

【課題】 露光面内におけるレジストパターンの線幅均一性の向上を図ることが可能なリソグラフィ方法を提供する。

【解決手段】 露光装置を用いたパターン露光とその後の現像処理によってレジストパターンを形成するリソグラフィ方法において、露光装置における露光波長を因子としたテストパターン露光およびその後の現像処理によって、複数の露光面101内に複数のテスト用レジストパターン103を形成する。次いで、各テスト用レジストパターン103の線幅CDを測定し、各露光波長のうち各露光面101内における各テスト用レジストパターン103の線幅均一性がより良好な露光波長を選択する。そして、露光装置の露光波長を選択した露光波長に調整し、実製品製造用のレジストパターン形成のためのパターン露光を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 露光装置を用いたパターン露光とその後の現像処理によってレジストパターンを形成するリソグラフィ方法において、

前記露光装置における露光波長を因子としたテストパターン露光およびその後の現像処理によって、複数の露光面内に複数のテスト用レジストパターンを形成し、

前記各テスト用レジストパターンの線幅を測定し、前記露光波長のうち前記各露光面内における当該各テスト用レジストパターンの線幅均一性がより良好な露光波長を選択し、

前記露光装置の露光波長を前記選択した露光波長に調整し、実製品製造用のレジストパターン形成のためのパターン露光を行うことを特徴とするリソグラフィ方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載のリソグラフィ方法において、

前記テスト用レジストパターンを形成する際には、前記露光波長とともに露光光のフォーカスを因子としたテストパターン露光を行い、

前記露光波長を選択する際には、最も広い焦点深度で前記各テスト用レジストパターンの線幅が許容値に納められている露光波長を選択することを特徴とするリソグラフィ方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、リソグラフィ方法に関し、特に半導体装置の製造に適用されるような微細パターンの形成において、露光面内に均一な線幅でレジストパターンを形成するためのリソグラフィ方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体装置の製造工程においては、リソグラフィ処理によってウエハ上にレジストパターンを形成し、このレジストパターンをマスクにしてウエハ表面層のパターンやウエハ表面層への不純物の注入などを行っている。

【0003】ところで、リソグラフィ処理におけるパターン露光の際に用いる露光装置には、次のような 1) ~ 5) のばらつきが存在しており、1ショット分の露光フィールド面内（すなわち露光面内）に形成されるレジストパターンには、これらのばらつきに起因する線幅ばらつきが生じることが知られている。

- 1) 露光装置の露光面内収差ばらつき、
- 2) 露光装置の露光面内における像面湾曲、
- 3) 露光装置の露光面内ベストフォーカスばらつき、
- 4) 露光装置の露光面内照度ばらつき、
- 5) 露光装置の露光面内照明ばらつき、

【0004】ここで、例えば 1) 露光装置の露光面内収差ばらつきとは、投影レンズが球面であるために生じる問題で、理想的な結像点（理想レンズ）からのずれ（す

なわち収差）が、露光面内でばらつくことである。また、2) 露光装置の露光面内における像面湾曲とは、投影レンズを鏡筒に保持させた際に生じる投影レンズの歪みや、投影レンズ自体の収差と同様に投影レンズ自体が有する歪みである。そして、1) や 2) が、3) の露光装置の露光面内ベストフォーカスばらつきを発生させるのである。

【0005】そこで、リソグラフィ処理に際しては、露光装置間のばらつきを小さくするために、各露光装置に搭載されている調整機構を使って、各露光装置における上記 1) ~ 5) のばらつきが最も小さくなるような状態に調整し、ウエハ上での結像性能でその調整状態を判断している。また、露光装置の露光波長も所定値となるように、例えば露光光として KrF エキシマレーザ光を用いる露光装置であれば露光波長が基準波長  $\lambda_0 = 248.385 \text{ nm}$  となるように調整している。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、近年の半導体装置の高集積化および高機能化に伴い、素子構造の微細化が進展している。素子構造の微細化が進んだ半導体装置の製造においては、露光面内におけるレジストパターンの線幅均一性のさらなる向上を図ることが、素子性能を安定化させると共に、積層パターンの重ね合わせマージンに余裕を持たせ、歩留まりの向上を図る上で重要となっている。

【0007】そこで本発明は、露光面内におけるレジストパターンの線幅均一性の向上を図ることが可能で、これにより素子構造の微細化が進んだ半導体装置の歩留まりの向上を図ることが可能なリソグラフィ方法を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】以上のような目的を達成するための本発明は、露光装置を用いたパターン露光とその後の現像処理によってレジストパターンを形成するリソグラフィ方法であり、次のように行うことを特徴としている。まず、露光装置における露光波長を因子としたテストパターン露光およびその後の現像処理を行うことで、露光波長を変化させた各露光面内に複数のテスト用レジストパターンを形成する。そして、各テスト用レジストパターンの線幅を測定し、テストパターン露光に用いた露光波長のうち露光面内における当該各テスト用レジストパターンの線幅均一性がより良好な露光波長を選択する。その後、上述した露光装置の露光波長を、選択した露光波長に調整し、実製品製造用のレジストパターン形成のためのパターン露光を行う。

【0009】このようなリソグラフィ方法によれば、パターン露光に用いられる露光装置における露光波長の調整範囲内において、露光面内における当該各テスト用レジストパターンの線幅均一性がより良好となるような露光波長が選択される。ここで、従来は、露光装置におけ

る露光波長は、予め決められた基準波長に調整されていた。しかし、露光装置において調整される露光波長を変化させることで、露光装置の投影レンズ面内の収差分布が変化し、これにより露光面内におけるレジストパターンの線幅均一性が変化するため、上述したように露光波長を選択することで、同一の露光装置を用いた場合により線幅均一性の良好なレジストパターンの形成が可能になる。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明のリソグラフィ方法の実施の形態を図面に基ついて詳細に説明する。

【0011】まず、実製品製造のためのパターン露光に用いる露光装置において、最適な露光波長を選択するためのテスト用レジストパターンを形成する。

【0012】そのためまず、基板上にフォトレジストを塗布する。この際、例えばベアシリコンからなる基板上に、スピコート法によって下塗り反射防止膜を介してフォトレジスト膜を形成する。

【0013】次に、露光装置を用いて、基板上に形成したフォトレジスト膜に対してパターン露光をおこなう。ここではテスト用レジストパターンを形成するためのパターン露光を行う。この際、例えば図1に示すように、 $X \times Y = 25 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$ の露光面101（すなわち1ショット分の露光フィールド面）内の各部に、所定方向に延設された垂直パターンVと、この垂直パターンVと垂直をなす方向に延設された水平パターンHとを一組としたテスト用レジストパターン103が形成されるようにパターン露光を行う。尚、各テスト用レジストパターン103における垂直パターンVと水平パターンHとは、孤立パターン（ISO）であり、例えば設計線幅を150nmとしている。

【0014】また、このパターン露光においては、露光波長とフォーカスとを因子として、複数の露光面に対してパターン露光を行う。例えば、この露光装置が、KrFエキシマレーザ光を露光光に用いる露光装置である場合、通常、露光波長は基準露光波長 $\lambda_0 = 248.385 \text{ nm}$ に設定されるが、この基準露光波長 $\lambda_0$ を $\pm 0.010 \text{ nm}$ 変化させた3段階に設定する。尚、露光波長の調整は、例えば露光装置のメンテナンスのために設けられている露光波長の調整機能によって行うこととする。

【0015】また、フォーカスは、ジャストフォーカスを0とした場合に、例えば $\pm$ 方向に $0.1 \mu\text{m}$ 刻みで変化させる。そして、上述したテスト用レジストパターンを形成するためのパターン露光を行う。3段階で変化させた各露光波長においてフォーカスを変化させた複数回のパターン露光を行う。

【0016】次いで、パターン露光を行ったフォトレジスト膜を現像処理し、基板上の複数の露光面101内に、複数のテスト用レジストパターン103を形成す

る。

【0017】そして、各テスト用レジストパターン103の線幅CD（critical dimension）を、例えばCD-SEMを用いて測定する。この際、露光面101内の各部に形成されたテスト用レジストパターン103にチャート番号（例えば1～25）を付与し、露光面1内のX方向にわたって等間隔に形成された5つのチャート16～20のレジストパターン103について、垂直パターンVの線幅CDと水平パターンHの線幅CDを測定する。

【0018】図2には露光波長を基準露光波長 $\lambda_0 = 248.385 \text{ nm}$ （ $\pm 0.000 \text{ nm}$ ）とした場合の線幅測定値をtable 1として示し、図3には露光波長 $\lambda = 248.395 \text{ nm}$ （ $+0.010 \text{ nm}$ ）とした場合の線幅測定値をtable 2として示し、図4には露光波長 $\lambda = 248.375 \text{ nm}$ （ $-0.010 \text{ nm}$ ）とした場合の線幅測定値をtable 3として示した。

【0019】各tableにおいては、フォーカスの変化量（Focus Offset）を縦方向に、また露光面における各テスト用パターンのX方向の形成位置をチャート番号に対応させて横方向に割り振り、各テスト用レジストパターンの垂直パターンVと水平パターンHの線幅測定値を表示した。

【0020】尚、設計線幅150nmに対し、線幅の許容値を $150 \text{ nm} \pm 15 \text{ nm}$ に設定し、各table 1～3にはこの許容値の範囲に含まれていない線幅測定値をスペックアウトとして網掛けを施した。また、線幅測定値を示した全ての露光部分（チャート番号16～25）で線幅が許容値（スペックイン）となっているフォーカス範囲を太枠で囲んだ。

【0021】さらに、各table 1～3の下欄には、露光位置（すなわち各テスト用パターンの形成位置）における下記の各値を示した。

①DOF（Depth of Focus）：線幅測定値が許容範囲になっているフォーカスの幅であり、フォーカスマージン（焦点深度）。

②B. F.（Best Focus）：線幅測定値が設計線幅150nmに最も近い場合のフォーカス。

③AST（Astigmatism）：非点収差であり、各テスト用レジストパターン103における垂直パターンVと水平パターンHとのベストフォーカスB. F.の差。

【0022】一方、各table 1～3の右欄には、各フォーカス位置における線幅の最大値Maxと最小値Min、および最大値Maxと最小値Minとの差（すなわち線幅ばらつき）Rangeを示した。

【0023】次に、これらのtable 1～3の結果に基づいて、このテスト用レジストパターンの形成に用いた露光装置における露光波長を選択する。ここでは、テスト用レジストパターンの線幅均一性がより良好な露光

波長を選択することとする。

【0024】この際、例えば、露光面内における全てのテスト用レジストパターンの線幅を許容値に納めるために、より広いフォーカスマージン、すなわち最も広い焦点深度が得られている露光波長を、線幅均一性が良好な露光波長として選択する。

【0025】また、求められるフォーカスマージンDの範囲内において、線幅のばらつきが最小となる露光波長を、線幅均一性が良好な露光波長として選択しても良い。例えば、設計線幅150nmを最小パターン幅とする半導体装置の製造では、フォーカスマージンD=0.

4 $\mu$ mが要求されており、このフォーカスマージンDの範囲において、線幅測定値の差が最も小さい露光波長を選択しても良い。

【0026】下記表1には、各露光波長においてテスト用レジストパターンの線幅を許容値に納めることができるフォーカスマージン（焦点深度）DOF $\alpha$ と、この製造工程において要求されるフォーカスマージンD=0.4 $\mu$ mの範囲における線幅ばらつき の最大値Range (Max)を示した。

【0027】

【表1】

露光波長	DOF $\alpha$	Range (Max)
$\lambda_0$ ( $\pm 0.000$ nm)	0.2 $\mu$ m	21.1nm
$\lambda_+$ (+0.010nm)	0.4 $\mu$ m	16.9nm
$\lambda_-$ (-0.010nm)	0.3 $\mu$ m	35.1nm

【0028】この表1より、フォーカスマージン（焦点深度）DOF $\alpha$ が最も大きい露光波長は $\lambda_- = 248.395$ nmであり、また線幅ばらつき の最大値Range (Max) が最も小さくなる露光波長も $\lambda_- = 248.395$ nmであることがわかり、線幅均一性が良好な露光波長として $\lambda_- = 248.395$ nmを選択する。

【0029】以上の後、テスト用レジストパターンの形成に用いた露光装置の露光波長を、 $\lambda_- = 248.395$ nmに調整する。そして、実製品ウエハ上に塗布したレジスト膜に対して、この露光波長を用いて実製品製造のためのパターン露光を行う。その後、パターン露光を行ったレジスト膜を現像処理し、実製品製造のためのレジストパターンをウエハ上に形成する。

【0030】以上説明したリソグラフィ方法では、露光波長を変化させることで、投影レンズ面内の収差の分布を変化させたテストパターン露光を行うことが可能になり、露光装置における露光波長の調整範囲内において、露光面内における当該各テスト用レジストパターンの線幅均一性がより良好となるような露光波長を選択することができる。そして、選択された露光波長を適用して実製品製造のためのパターン露光を行うことから、より線幅均一性の良好なレジストパターンを形成することが可能になる。この結果、このレジストパターンをマスクに用いて加工形成された素子の性能安定化を図ることが可能になると共に、積層パターンの重ね合わせマージンの余裕が拡大されるため、半導体装置の製造においてはその歩留まりの向上を図ることが可能になる。

【0031】尚、以上で説明した実施の形態においては、露光波長を3段階で変化させたが、調整可能な範囲

内でさらに他段階に幅広く変化させてテスト露光を行うようにすることで、露光波長の選択範囲を広げ、さらに線幅均一性の良好なパターン露光を行うことが可能になる。また、本発明は、KrFエキシマレーザ光を用いてパターン露光を行うリソグラフィに限定されることなく、様々な波長の露光光を用いてパターン露光を行うリソグラフィに適用可能である。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のリソグラフィ方法によれば、露光面内における線幅均一性がより良好となるような露光波長を選択してパターン露光を行うことから、より線幅均一性の良好なレジストパターンを形成することが可能になり、このレジストパターンをマスクに用いて加工形成された素子の性能安定化を図ることが可能になると共に、積層パターンの重ね合わせマージンに余裕を持たせて歩留まりの向上を図ることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】テスト用レジストパターンの形成を説明する図である。

【図2】露光波長 $\lambda_0$ の場合のテスト用レジストパターンの線幅の測定値を示す図である。

【図3】露光波長 $\lambda_+$ の場合のテスト用レジストパターンの線幅の測定値を示す図である。

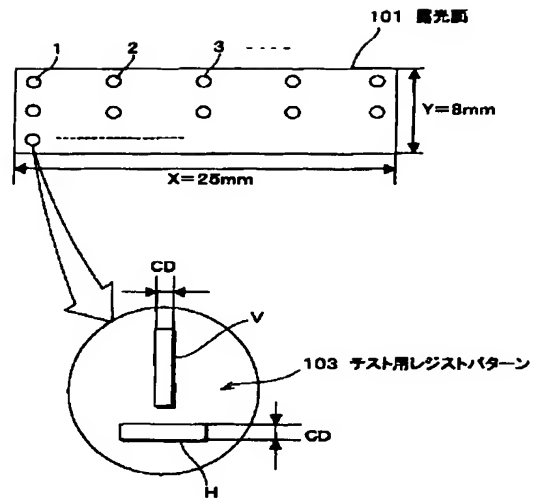
【図4】露光波長 $\lambda_-$ の場合のテスト用レジストパターンの線幅の測定値を示す図である。

【符号の説明】

101…露光面、103…テスト用レジストパターン、CD…線幅



【図1】



[ 2 ]

table 1  $\lambda_0=248.385\text{nm}(\pm 0.000\text{nm})$  150nmISO

Focus Offset	16		17		18		19		20		Max	Min	Range
	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H			
-0.8											0.0	0.0	0.0
-0.7	88.4								109.0	105.4	88.4	88.4	0.0
-0.6	118.9	114.9							125.6	125.1	118.9	105.0	13.9
-0.5	132.8	129.3	103.2	105.0	110.8	96.2	110.5	113.1	134.5	138.5	132.6	96.2	36.4
-0.4	141.4	135.9	122.7	122.0	122.3	121.9	128.7	130.0	138.9	144.2	141.4	121.9	19.5
-0.3	147.0	140.2	134.8	139.7	135.1	125.9	136.3	139.3	147.9	153.1	147.0	125.9	21.1
-0.2	145.7	147.3	142.6	138.3	142.5	135.7	142.6	147.9	143.0	145.8	147.9	135.7	12.2
-0.1	153.1	148.4	144.1	145.7	146.5	144.0	147.3	147.9	146.9	144.4	153.1	141.0	9.1
0	141.0	150.4	148.4	148.2	150.8	143.1	150.2	147.8	142.5	144.3	150.6	141.0	9.8
0.1	135.1	144.9	142.4	151.0	152.3	146.0	141.5	146.5	132.8	140.9	152.3	132.9	19.4
0.2	126.0	131.0	139.7	137.6	144.2	137.4	140.9	143.8	122.4	124.3	144.2	122.4	21.8
0.3	106.2	118.0	128.7	127.8	130.2	127.9	123.9	140.9	104.5	112.4	130.2	104.5	25.7
0.4			105.8	98.1	103.5	108.0	105.7	103.3			108.0	98.1	9.9
0.5											0.0	0.0	0.0
0.6											0.0	0.0	0.0
0.7											0.0	0.0	0.0
DOF	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5			0.0
BF	-0.15	-0.15	-0.05	-0.05	-0.05	0	-0.05	-0.05	-0.2	-0.15			0.2 $\mu\text{m}$
AST	0	0	0	0	0.05	0	0	0					0.05 $\mu\text{m}$
TFD													0.2 $\mu\text{m}$

D

【図 3】

table2  $\lambda + = 248.395\text{nm}(+0.010\text{nm})$  150nmISO

Focus	16		17		18		19		20		Max	Min	Range
Offset	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H			
-0.8											0.0	0.0	0.0
-0.7	87.9	88.0									97.9	95.0	2.9
-0.6	118.6	118.1									118.6	118.1	0.5
-0.5	136.7	127.4	98.3	101.6	104.7	100.5	107.5	111.9	107.4	113.0	136.7	98.3	40.4
-0.4	139.6	138.7	118.0	115.3	125.9	120.3	127.7	130.9	127.2	129.7	139.6	115.3	24.3
-0.3	145.1	147.4	132.7	136.5	137.3	136.6	137.3	136.5	134.5	139.1	147.4	132.7	14.7
-0.2	154.2	153.1	145.0	141.9	147.6	143.3	148.9	153.0	137.3	148.6	154.2	137.3	16.9
-0.1	145.9	155.9	149.8	151.0	149.0	150.0	148.9	152.5	148.3	151.9	155.9	145.9	10.0
0	142.1	153.5	149.8	153.0	152.6	148.1	147.7	154.6	144.5	150.1	154.6	142.1	12.5
0.1	139.0	146.5	144.7	151.3	148.3	146.6	149.7	148.1	136.0	145.1	151.3	136.0	15.3
0.2	132.2	134.2	138.3	140.0	145.8	139.2	140.1	145.2	125.5	134.4	145.8	125.5	20.3
0.3	111.4	117.5	133.3	131.3	133.4	132.9	124.6	123.8	120.4	126.3	133.4	111.4	22.0
0.4			112.6	108.8	110.5	110.8	102.7	104.2	86.3	101.9	112.6	98.3	14.3
0.5			93.5			93.2					93.5	93.2	0.3
0.6											0.0	0.0	0.0
0.7											0.0	0.0	0.0
DOF	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4			
B.F.	-0.2	-0.15	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.1	-0.1			0.4 $\mu\text{m}$
AST	0.05		0			0		0					---
TFD													0.05 $\mu\text{m}$
													0.15 $\mu\text{m}$

↑  
D  
↓

【 4 】

table3  $\lambda = 248.375\text{nm} (-0.010\text{nm})$  150nmISO

Focus	18		17		18		19		20		Max	Min	Range
Offset	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H			
-0.8											0.0	0.0	0.0
-0.7											0.0	0.0	0.0
-0.6	124.6	114.4							109.4	118.5	124.6	103.4	21.2
-0.5	144.3	133.2	113.2	118.8					127.9	140.1	144.3	113.2	31.1
-0.4	161.3	152.9	137.9	145.6	123.5	122.8	128.0	128.5	145.5	155.7	161.3	122.6	38.7
-0.3	165.9	158.3	151.8	157.7	144.4	141.8	150.1	144.8	155.1	156.9	165.9	141.8	24.1
-0.2	162.7	162.0	156.6	159.0	154.5	155.0	153.2	155.4	162.4	153.4	162.7	153.2	9.5
-0.1	157.9	162.1	159.7	154.9	160.3	150.1	154.5	156.7	157.8	144.6	162.1	144.6	17.5
0	144.1	154.8	151.3	155.7	155.4	150.9	157.2	153.8	149.8	138.1	157.2	138.1	19.1
0.1	136.2	143.8	141.4	145.8	148.7	149.2	154.9	146.5	137.5	119.8	154.9	119.8	35.1
0.2	112.8	124.8	127.4	137.9	143.2	139.5	147.1	136.3	112.2		147.1	112.2	34.9
0.3		103.5	107.4	114.9	127.6	127.1	120.3	118.5			127.6	103.5	24.1
0.4					98.0	107.1					107.1	98.0	9.1
0.5											0.0	0.0	0.0
0.6											0.0	0.0	0.0
0.7											0.0	0.0	0.0
DOF	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
BF	-0.2	-0.15	-0.15	-0.1	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.15	-0.25			0.3 $\mu\text{m}$
AST		0.05		0.05		0		0		0.05			0.05 $\mu\text{m}$
TFD										( $\mu\text{m}$ )			0.2 $\mu\text{m}$

D